

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
BIOLOGIA EN ACUICULTURA



“Efecto de dietas con ensilado biológico de residuos de partes blandas de *Argopecten purpuratus* como sustituto de la harina de pescado, en la digestibilidad aparente de la proteína en alevines de *Colossoma macropomum* “gamitana”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO ACUICULTOR

AUTORES:

Bach. PACHECO HORNA Yolanda Cristina

Bach. SÁNCHEZ MENDOZA Marlidt Ximena

ASESOR:

Dr. SALDAÑA ROJAS Guillermo

NUEVO CHIMBOTE TERÚ

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
BIOLOGIA EN ACUICULTURA

HOJA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

El presente trabajo de tesis titulado: "Efecto de dietas con ensilado biológico de residuos de partes blandas de *Argopecten purpuratus* como sustituto de la harina de pescado, en la digestibilidad aparente de la proteína en alevines de *Colossoma macropomum* "gamitana". Ha contado con el asesoramiento de quien deja constancia de su aprobación. Por tal motivo firmo el presente trabajo en calidad de Asesor.

.....

Dr. GUILLERMO SALDAÑA ROJAS
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
BIOLOGIA EN ACUICULTURA

HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO

“Efecto de dietas con ensilado biológico de residuos de partes blandas de
Argopecten purpuratus como sustituto de la harina de pescado, en la
digestibilidad aparente de la proteína en alevines de *Colossoma macropomum*
“gamitana”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO ACUICULTOR

Revisado y Aprobado por el jurado Evaluador:

.....
Dr. WALTER REYES AVALOS
PRESIDENTE

.....
Dr. SALDAÑA ROJAS GUILLERMO

INTEGRANTE

.....
Biólogo. Acuic. JUAN CARHUAPOMA
GARAY

INTEGRANTE

ÍNDICE

Pág.

RESUMEN

ABSTRACT

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

I. INTRODUCCIÓN.....	01
OBJETIVOS.....	07
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	08
2.1 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO	08
2.2 MATERIALES.....	08
2.2.1 Población.....	08
2.2.2 Muestra.....	08
2.2.3 Aclimatación y tratamiento profiláctico preventivo	08
2.3 MÉTODO.....	09
2.3.1 Diseño de investigación	09
2.3.2 Unidades experimentales	09
2.3.3 Obtención del ensilado de <i>A. purpuratus</i>	10
2.3.3.1 Elaboración del ensilado de residuos blandos de <i>A. purpuratus</i>	10
2.3.4 Preparación de las dietas	12
2.3.5 Alimentación y técnica de recolección fecal	13
2.3.5.1 Alimentación	13

2.3.5.2	Recolección fecal	13
2.3.6	Análisis de las dietas experimentales	13
2.3.6.1	Análisis de proteínas de las dietas experimentales	13
2.3.6.2	Análisis óxido de cromo.....	14
2.3.7	Evaluación del coeficiente de digestibilidad aparente (C.D.A).....	14
2.3.8	Evaluación de parámetros físico químicos del agua.....	15
2.3.9	Análisis de datos.....	15
III.	RESULTADOS.....	16
3.1	ANALISIS PROXIMAL DE LA PROTEINA EN EL ENSILADO	16
3.2	ANÁLISIS PROXIMAL DE LA PROTEÍNA Y pH EN LAS DIETAS.....	16
3.3	ANALISIS PROXIMAL DE LA PROTEÍNA Y ÓXIDO DE CROMO EN HECES	17
3.4	COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD APARENTE DE LA PROTEÍNA	17
3.5	CALIDAD DEL AGUA.....	18
3.6	ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO DE LAS DIETAS.....	19
IV.	DISCUSIÓN	21
V.	CONCLUSIONES	26
VI.	RECOMENDACIONES	27
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	28
	ANEXOS	37

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Flujograma siguiendo la metodología de Spanopoulos <i>et al.</i> , (2010) modificada por Alayo & Rojas, 2012, para la preparación del ensilado de residuos de partes blandas de <i>A. purpuratus</i> (ERBAP) elaboración propia.....	11
Figura. 2. CDAP en las dietas experimentales con diferentes concentraciones de ERBAP empleadas en los alevines de <i>C. macropomum</i>	18

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Características organolépticas de los residuos blandos de <i>A. purpuratus</i>	09
Tabla 2. Formulación del ensilado de residuos blandos de <i>A. purpuratus</i>	10
Tabla 3. Composición porcentual y proximal de las dietas experimentales y la dieta control para 100 Kg. de alimento	12
Tabla 4. Parámetros analizados en las dietas	16
Tabla 5. Composición proximal de la proteína cruda y oxido de cromo (%) en heces	17
Tabla 6. Promedios generales de los parámetros de la calidad del agua durante la experiencia con alevinos de <i>C. macropomum</i>	19
Tabla 7. Análisis de costo - beneficio de las dietas.	20

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS DEL ANEXO

Anexo 1. Peso y talla de alevines de *C. macropomum*.

Anexo 2. Aclimatación y tratamiento profiláctico preventivo.

Anexo 3. Distribución de los tratamientos en los acuarios a trabajar.

Anexo 4. Secado del ensilado en la estufa a 40°C.

Anexo 5. Proceso de molienda empleando molino manual.

Anexo 6. Haciendo uso de una tamiz de 250µm para obtener finos y elaborar las dietas experimentales.

Anexo 7. Recolección de heces en placa petri.

Anexo 8. Homogenizando el óxido de cromo en la dieta.

Anexo 9. Resultados de la prueba ANOVA, para determinar diferencias entre los tratamientos CDAP.

Anexo 10. Resultados de la prueba de Duncan para los coeficientes de digestibilidad de las dietas.

Anexo 11. Resultados de la prueba ANOVA, para determinar diferencias entre los tratamientos para la proteína y óxido de cromo en heces.

Anexo 12. Resultados de la prueba de Duncan para la proteína y óxido de cromo en heces.

Anexo 13. Análisis de heces de peces.

Anexo 14. Análisis del alimento (dietas).

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se determinó el efecto de dietas con ensilado biológico de residuos de partes blandas (ERBAP) de *Argopecten purpuratus* como sustituto de la harina de pescado, en la digestibilidad aparente de la proteína (CDAp) en alevines de *Colossoma macropomum* “gamitana”, el cual se realizó entre los meses de agosto hasta octubre del 2013, para ello se emplearon 80 alevines y se les suministraron tres dietas experimentales; dietas con 25, 35 y 45% a base de ERBAP y una dieta control que no contenía ERBAP. Se determinó la digestibilidad aparente mediante la adición de óxido crómico como indicador inerte, la alimentación fue suministrada tres veces al día, con una tasa de alimentación del 10% de la biomasa y las muestras fecales fueron colectadas por sifoneo. Los resultados mostraron que el mejor CDAp se encontró en la dieta del 25% con 85,54% de CDAp, sin presentar diferencias significativas con el control ($p>0,05$), y la dieta con 35 y 45% obtuvieron el menos CDAp con 68,43 y 64,24% respectivamente. Por lo que se concluye que la dieta sustituyendo al 25% de ensilado biológico de residuos de partes blandas de *A. purpuratus* es una excelente alternativa para la alimentación de “gamitana”.

Palabras claves: Coeficiente de digestibilidad, *Colossoma macropomum*, dietas, ERBAP.

ABSTRACT

In this research the effect of diets with organic waste silage soft tissue (ERBAP) of *Argopecten purpuratus* as a substitute for fish meal in the apparent digestibility of the protein (CDA_P) by juvenile macropomum determined "gamitana", which was conducted between august to october 2013, this 80 fingerlings were used and were provided with three experimental diets; diets with 25, 35 and 45% based ERBAP and a control diet containing no ERBAP. Apparent digestibility was determined by adding chromium oxide as a carrier indicator, feeding was provided three times a day, with a feed rate of 10% biomass and fecal samples were collected by siphoning. The results showed that the best CDA_P was found in the diet of 25% to 85.54% of CDA_P, without significant differences from the control ($p > 0.05$), and diet with 35 and 45% were earning less CDA_P with 68.43 and 64.24% respectively. So it is concluded that substituting 25% of biological waste silage soft tissue *A. purpuratus* diet is an excellent alternative for feeding "gamitana"

Key words: Digestibility coefficient, *C. macropomum*, diets, ERBAP.

DEDICATORIA

A Dios por darme el apoyo espiritual y por bendecirme por unos excelentes padres quien ante las adversidades permanece con nosotros.

A mis padres Angélica Mendoza Q. y Andrés Sánchez P. por su apoyo incondicional y quienes me demuestran su incondicional amor y quienes me brindaron aliento de fuerza en mis meses de realización de este informe de tesis y a mi hermana Ivonne quien compartimos grandiosos momentos.

A todos mis amigos, compañeros y a las personas que me ayudaron en todo momento de mi vida universitaria.

Marlidt Ximena Sánchez Mendoza

DEDICATORIA

*A Dios por permitirme día a día
afrontar los obstáculos y no rendirme
ante las adversidades cotidianas y a
levantarme en cada tropiezo que doy
para mejorar como persona y
profesional*

*A mi madre Carolina Horna por
haberme brindado su apoyo
incondicional en el transcurso de
toda mi carrera, por animarme en los
momentos de debilidad con valores
que me fortalecen como profesional.*

*A mi abuela Yolanda Barreto por su
ayuda económica en la realización
de mi tesis y a mi tía Marylita
Pacheco por sus consejos y apoyo
espiritual.*

Yolanda Cristina Pacheco Horna.

AGRADECIMIENTO

A nuestro asesor de tesis, el Dr. Guillermo Saldaña Rojas, por el apoyo brindado y por permitirnos hacer uso de la infraestructura y del equipamiento del laboratorio bajo su cargo, en la Escuela de Biología en Acuicultura, para llevar a cabo la presente tesis.

Un estimado agradecimiento al Bach. Edwin Cotos, por su por su colaboración y participación en el análisis estadístico de los datos y por estar accesible a toda consulta antes, durante y después de la tesis.

A todos nuestros profesores de la Escuela Académica Profesional de Biología en Acuicultura, por todos sus conocimientos compartidos durante nuestra etapa universitaria, por su amistad y apoyo, en especial al Dr. Walter Reyes Avalos por su tiempo en resolver nuestras dudas en la realización del proyecto de tesis.

A nuestro compañero Elvis Haro Linch, por su apoyo incondicional y desinteresado en el mantenimiento de los acuarios de los alevines de *C. macropomum* durante gran parte de la experiencia

A la técnica del laboratorio Maribel Astete Reyna, por brindarnos el apoyo necesario con la disposición de materiales, asimismo por la comprensión del uso prolongado de los mismos.

LOS AUTORES

I. INTRODUCCIÓN

En América del Norte, la acuicultura ha dejado de crecer en los últimos años, pero en América del Sur ha presentado un crecimiento firme y continuado, en particular en Brasil y el Perú (FAO, 2012). Según las últimas estadísticas disponibles recopiladas por la FAO a nivel mundial, la producción acuícola mundial alcanzó otro máximo histórico de 90,4 millones de toneladas (equivalente en peso vivo) en 2012 (144 400 millones de USD). Según la información más reciente, la FAO calcula que la producción acuícola mundial de peces comestibles aumentó el 5,8 % a 70,5 millones de toneladas en 2013, y se estima que la producción de plantas acuáticas cultivadas, incluidas principalmente las algas marinas, asciende a 26,1 millones de toneladas. La producción acuícola mundial de peces comestibles se duplicó con creces de 32,4 millones de toneladas en 2000 a 66,6 millones de toneladas en 2012 (FAO, 2014).

Dentro de los cultivos acuícolas de agua dulce encontramos a *Colossoma macropomum* “gamitana” que ha demostrado un gran potencial para el cultivo. Como especie cultivable, necesita asegurar la disponibilidad de alevinos para su crianza y una dieta que cubra sus requerimientos nutricionales (Gutiérrez *et al.* 2009). *C. macropomum*, es una especie básicamente omnívora y con gran potencial para la piscicultura (Pereyra, 2013), que se cultiva utilizando raciones con harina de pescado, debido a que esta posee elevados porcentajes de proteína (65%) y una proporción ideal de aminoácidos esenciales altamente digestibles (Graü *et al.* 2007).

C. macropomum acepta bien el concentrado comercial, aunque también puede dársele en cultivo: semillas de palma, papaya, hojas de yuca, como dieta suplementaria. Su carne es de buena calidad y de gran aceptación en el mercado (Aliaga, 2004). La formulación de dietas prácticas para peces se basa en el establecimiento de sus requerimientos nutricionales, que a su vez están relacionados con el contenido de nutrientes digestibles suministrados por los

diferentes insumos alimenticios utilizados (Gutiérrez *et al.* 2009). Escasos son los trabajos que muestran los requerimientos nutricionales del *C. macropomum* (Luna, 1987; Gutiérrez *et al.* 2009). La mayor parte de los estudios sobre nutrición de peces tropicales se basa en la calidad de los alimentos y no en los requerimientos nutricionales (Luna, 1987).

Los ingredientes que se seleccionen para formar parte de una determinada dieta deben contener niveles adecuados de proteínas, lípidos, carbohidratos y ácidos grasos, a fin de garantizar una mayor sobrevivencia de larvas, postlarvas y/o alevines de las especies sometidas a cultivo (González & Marín, 2005). La proteína es uno de los más importantes nutrientes para el rendimiento piscícola, pero a su vez es uno de los componentes más costosos en la dieta. El nivel de energía en la dieta es crítico, pues niveles altos pueden reducir el consumo de alimento y niveles bajos demandan que se use la proteína como fuente de energía (Gutiérrez *et al.* 2009). Las investigaciones sobre requerimientos de proteína por *C. macropomum* en alevines han sido escasas y dispersas, encontrándose requerimientos que van desde 18 - 40% de proteína para alevines (FAO, 2010, Gutiérrez *et al.* 2010; IIAP, 2004, Vidal *et al.* 1998, Silva & Guevara, 2002, Padilla 2000a).

Vidotti (2001), señala que la harina de pescado tiene producción estacional y alto valor monetario, lo que lleva a un aumento del costo de producción, que en el gasto de la piscicultura con el alimento, puede alcanzar 70 % del costo total. Si bien la harina de pescado es la mejor fuente proteica para ser usada en acuicultura, en los últimos años la intensificación de los sistemas de cultivos han generado un incremento en la demanda de materias primas de buena calidad para la fabricación de alimentos, en los que tradicionalmente se han empleado como principal fuente proteica a la harina de pescado, por ser la que mejor suple las exigencias nutricionales de los peces, lo que también la convierte en la materia prima que más incrementa los costos (FAO, 2006).

Estudios realizados con fuentes proteicas alternativas de origen vegetal, se evaluaron en términos de crecimiento, pero para obtener resultados aceptables a nivel industrial se necesita que una dieta no solo supla los requerimientos cualitativos y cuantitativos de nutrientes, también debe ser ingerida, digerida y absorbida en cantidades adecuadas (Arrobo & Peñafiel, 2008).

Otra alternativa de una fuente proteica, es la utilización de ensilados que son excelentes productos de alto valor biológico que se han empleado para la alimentación animal (Vidotti *et al.* 2003). Su elaboración se basa en la fermentación ácido-láctica, empleando para ello a la bacteria *Lactobacillus sp* y a la melaza como fuente de carbohidratos por su alta composición de azúcares como glucosa, fructosa y sacarosa (Cira *et al.* 2002; Nwanna, 2003), generando así un descenso del pH a valores cercanos a 4, lo cual activa las enzimas propias del subproducto produciendo su autólisis; como consecuencia se modifican características intrínsecas que inhiben el desarrollo de bacterias del deterioro y patógenas, que le confiere al producto una conservación prolongada en el tiempo a temperatura ambiente (Copes *et al.* 2006).

Uno de los aspectos más importantes en la evaluación de la efectividad de un insumo alimenticio es la determinación de su digestibilidad, que mide la habilidad del pez para digerir y absorber los nutrientes de la dieta que ingiere (Gutiérrez *et al.* 2009). La determinación de la digestibilidad es el primer paso en la evaluación del potencial de un ingrediente para su uso en la alimentación animal. Los alimentos alternativos permite la formulación de dietas con un costo mínimo, para satisfacer los requerimientos nutricionales de los animales, también permite evaluar la hidrólisis y/o la digestión de los alimentos (Gutiérrez *et al.* 2008).

Para los estudios de digestibilidad, existen dos metodologías: Método directo y método indirecto (Guillaume, 2004). Clavijo (2011) menciona que para determinar de manera indirecta la digestibilidad aparente de una materia prima,

se utiliza un marcador inocuo, cumpliendo con tres requisitos muy importantes: Debe ser totalmente indigerible y con una tasa de evacuación igual a la del contenido estomacal; debe analizarse en laboratorio fácilmente; y no debe afectar la palatabilidad de la dieta ni causarle algún daño al animal. Los indicadores más usados son: itrio y óxido de cromo. Desde que Edin, en 1918, propuso el uso de óxido de cromo como un indicador inerte en determinaciones de digestibilidad para vacunos, este indicador ha sido comúnmente usado para peces (Halver & Hardy, 2002). Para la determinación de coeficientes de digestibilidad aparente de una dieta o una materia prima, es común utilizar la recolección de las heces del animal, pues es un procedimiento económico y que no representa mayor esfuerzo. En animales terrestres es fácil realizar este procedimiento, pero en peces se dificulta por la existencia del medio acuático Clavijo (2011).

La acuicultura genera una gran cantidad de subproductos que al ser eliminados en las playas o depositados en ecosistemas marinos, reducen la biodiversidad existente. *Argopecten purpuratus* es el único bivalvo marino que se cultiva a nivel industrial en el Perú, alcanzando una producción de 14,8 toneladas en el 2008, con un valor de exportación de 34,2 millones \$US habiéndose 39975,39 ha marinas para desarrollar la acuicultura (PRODUCE, 2011). En este contexto los subproductos del procesamiento de *A. purpuratus*, constituye un problema ambiental, pues no pueden utilizarse directamente para otros fines pero pueden ser empleados para ensilados. Asimismo, su aplicación se justifica porque los costos de producción de harina de ensilado de subproductos de “concha de abanico” y harina de pescado serian extremadamente distantes, pero ambos son fuentes proteicas susceptibles de aprovechar en dietas para animales. (Encomendero & Uchpa, 2002).

Los subproductos artesanales e industriales de pescado, langostinos y de la concha de abanico, que constituyen hasta el 50% del animal, pueden aprovecharse por sus contenidos en proteínas y otros nutrientes (Encomendero & Uchpa, 2002).

Con la finalidad de estudiar la digestibilidad del ensilado se han venido realizando una serie de investigaciones en diversas especies: Minaya & Rodríguez (2013) evaluaron el efecto de dietas con 0 - 75% y un control de 0% de ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus* en *Oreochromis niloticus*, sustituyendo la harina de pescado, obteniendo coeficiente de digestibilidad de la proteína (CDA_p), 63,27 - 69,39.

Vásquez *et al.* (2013) al evaluar el CDA_p en *Piaractus brachipomus* empleando alimentos de origen animal, obtuvieron valores para la harina de sangre 77,8% y harina de sangre y hueso 68,5%.

Compararon Padilla *et al.* (1996) el ensilado biológico de pescado y pescado cocido, a través del crecimiento y de la composición corporal de alevinos de *C. macropomum*. Se elaboraron raciones, siendo 36 - 0% de inclusión de ensilado biológico. El análisis proximal de la proteína presentó 24,7 - 27,0%. Mientras que el ensilado de pescado obtuvo 30,4% de proteína. Se concluyó que en la ración donde se obtuvo un mejor crecimiento fue en la dieta 36% de inclusión de ensilado biológico de pescado.

Este tipo de información es necesaria para formular dietas nutricionales y económicamente factibles, maximizar las ganancias y preservar la calidad del ambiente, previniendo la acumulación de ingredientes indigestibles en el agua.

Dado a que no se han encontrado referencias de trabajos sobre la digestibilidad del ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus* en alevines de *C. macropomum* como un posible insumo en la elaboración de alimento balanceado nos planteamos el siguiente problema de investigación ¿Cuál es el efecto de dietas con ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus* como sustituto de la harina de pescado en la digestibilidad aparente de la proteína en alevines de *C. macropomum*?

Se planteó la siguiente hipótesis, al sustituir dietas con 25, 35 y 45 % de ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus* por la harina de pescado, se obtendrá una mejor digestibilidad aparente de la proteína con la dieta de 35% en alevines de *C. macropomum*.

Resulta importante mencionar, el reto que actualmente enfrenta la acuicultura es la necesidad de asegurar su sustentabilidad a largo plazo, y una de las vías para lograr esto es considerar la premisa de que en la naturaleza nada se desperdicia; los subproductos o desperdicios de un organismo son aprovechados naturalmente como fuente nutricional para otro. Este proceso de reciclamiento de nutrientes es el fundamento para la sustentabilidad de nuestro planeta.

Como objetivo general se planteó: Evaluar el efecto de dietas con 25%, 35% y 45% de ensilado biológico de residuos de partes blandas de *A. purpuratus* como sustituto de la harina de pescado en la digestibilidad aparente de la proteína en alevines de *C. macropomum*. Los objetivos específicos fueron:

- Determinar en las dietas la digestibilidad aparente de la proteína en dietas conteniendo 25%, 35% y 45% de ensilado biológico de residuos de partes blandas de *A. purpuratus* como sustituto de la harina de pescado en alevines de *C. macropomum*.
- Determinar en nivel de reemplazo más adecuado del ensilado biológico de residuos de partes blandas de *A. purpuratus* como sustituto de la harina de pescado en dietas, en la digestibilidad aparente de la proteína en alevines de *C. macropomum*.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo, se desarrolló entre agosto a octubre del 2013 en el Laboratorio de Nutrición y Acuicultura Continental de la Escuela Académico Profesional de Biología en Acuicultura en la Universidad Nacional del Santa, localizada en el Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Región Ancash, Perú.

2.2. MATERIALES

2.2.1 Población

La población estuvo constituida por alevines de *C. macropomum*, procedentes del Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana – Tingo María, Perú.

2.2.2 Muestra

Se utilizó un total de 80 alevines de *C. macropomum* con un peso promedio de $5,83 \pm 0,65$ g y una longitud promedio inicial de $6,27 \text{ cm} \pm 0,24$ cm. Al inicio se aplicó la curva normalidad de datos con el test de Kolmogorov & Smirnov ($p < 0,05$).

2.2.3 Aclimatación y tratamiento profiláctico preventivo

El transporte de los alevines duró aproximadamente 32 h, estos fueron aclimatados en cuatro acuarios de 90 litros de capacidad con un periodo de 25 min., colocándose las bolsas de transporte sobre la superficie del agua de cada acuario, hasta disminuir la temperatura de esta que fue de 28°C, se inclinaron las bolsas de transporte para permitir la salida voluntaria de los alevines al acuario.

Para el tratamiento profiláctico de los peces a cada acuario se le agregó 1ml/L de azul de metileno al agua una vez al día para evitar la proliferación de *Ichthyophthirius multifiliis*, protozoo ciliado que genera la enfermedad del punto blanco muy común en el transporte de peces tropicales, el tratamiento duró una semana, luego se realizó la distribución al azar de los alevines en cada unidad experimental.

2.3. MÉTODOS

2.3.1. Diseño de investigación

Se empleó el diseño experimental de estímulo creciente, con tres tratamientos y un grupo control, con dos repeticiones cada uno.

T_c: Dieta con 0% de ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus*.

T₁: Dieta con 25% de ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus* por harina de pescado.

T₂: Dieta con 35% de ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus* por harina de pescado.

T₃: Dieta con 45% de ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus* por harina de pescado.

2.3.2. Unidades experimentales

Se emplearon 8 acuarios de vidrio (60 x 40 x 50 cm y con una capacidad de 90 l), equipados con piedras difusoras que permitieron airear el agua en forma continua, abastecidos por un blower de 0,5 HP y termostatos High-Class Aquarium heater de 100 watts.

La limpieza de cada unidad experimental, se realizó cada cinco días, incluyendo las mangueras del sistema de aireación y las piedras difusoras empleando paños, escobillas y agua potable. El recambio de agua

declorada de cada unidad experimental fue del 40% semanal y diariamente fue de 20% esto se realizó durante la duración del proyecto.

2.3.3. Obtención del ensilado *A. purpuratus*

2.3.3.1. Obtención de los residuos blandos de *A. purpuratus*

Los residuos blandos de *A. purpuratus* fueron proporcionados por la empresa “MARPESA S.A”, ubicados en la Av. Enrique Meiggs N° 1660 P.J. Florida Baja en la Ciudad de Chimbote, Provincia del Santa, Región Ancash. Luego fueron transportados sin hielo ni conservantes en baldes plásticos de 5 litros, al laboratorio donde se realizó la evaluación organoléptica del ensilado para la elaboración del ensilado.

Tabla 1. Características organolépticas de los residuos blandos de *A. purpuratus*.

Parámetros	Características Organolépticas
Color	Marrón claro
Olor	Mar
Textura	Consistente
Sabor	Característico

Fuente. Elaboración propia, 2015

2.3.3.2. Elaboración del ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus*

El ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus* se elaboró utilizando la metodología de Spanopoulos *et al.* (2010) con modificación propia, calculando la cantidad de insumos a utilizar para la preparación elaboración del ensilado (Tabla 2).

Tabla 2 Formulación del ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus*.

Ingredientes	Cantidad (%)
Subproductos de concha de abanico	75
Melaza	10
Yogurt comercial (<i>Lactobacillus bulgaricus</i> y <i>Streptococcus termophilus</i>)	15
Total	100

En el almacenamiento del ensilado de residuos de partes blandas de *A. purpuratus* (ERBAP) se siguió el procedimiento descrito en la Figura 1.

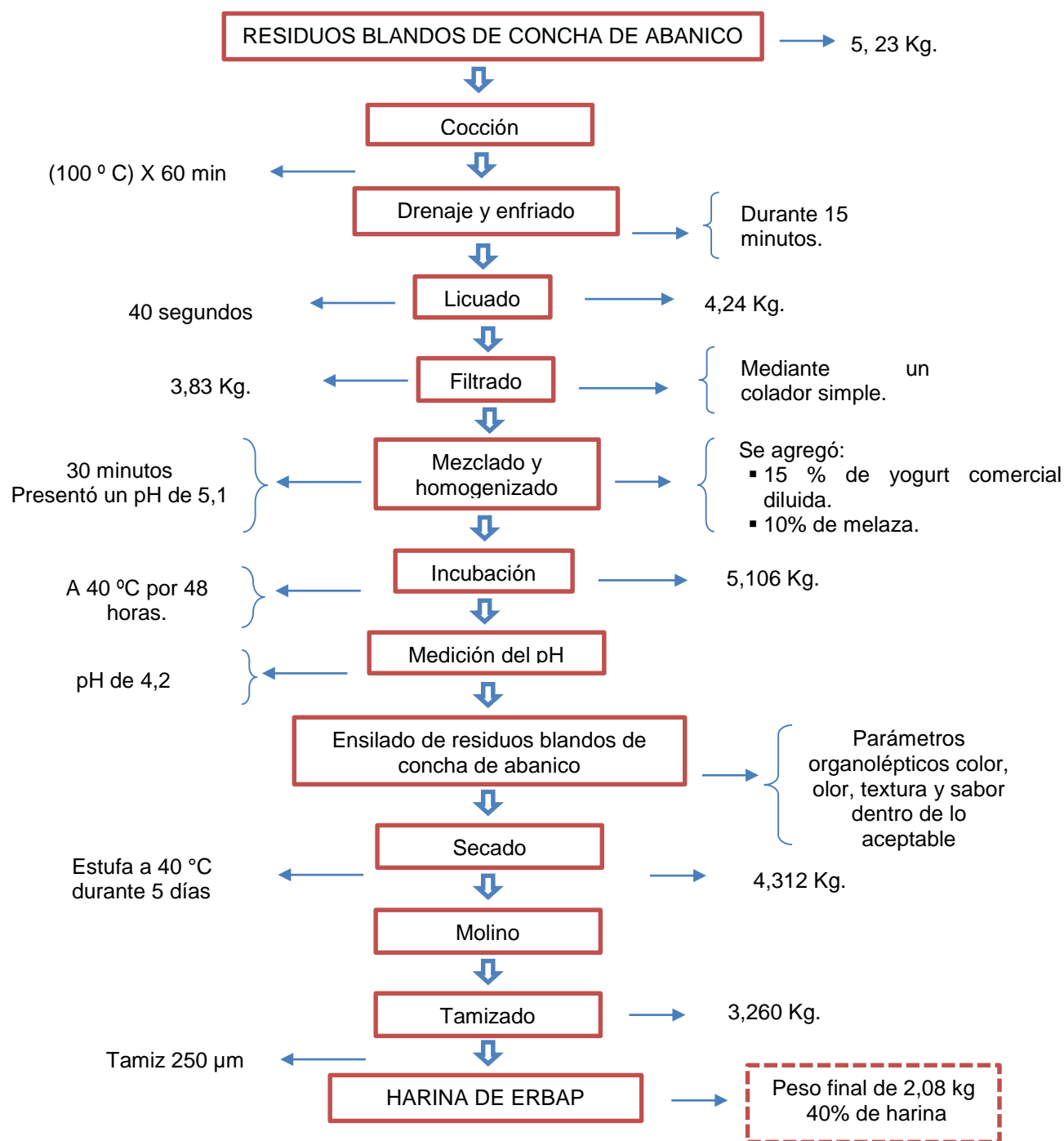


Figura. 1. Flujograma siguiendo la metodología de Spanopoulos *et al.* (2010) para la preparación del ensilado de residuos de partes blandas de *A. purpuratus* (ERBAP) elaboración propia.

2.3.4. Unidades de preparación de las dietas

Para la formulación de las dietas experimentales y la dieta control se utilizó el programa ALITE (Tabla 3).

Tabla 3 Composición porcentual y proximal de las dietas experimentales y la dieta control para 100 g. de alimento

Insumos	Dietas			
	0 %	25 %	35 %	45 %
	ERBAP	ERBAP	ERBAP	ERBAP
Harina de pescado	51,00	38,25	33,15	28,05
ERBAP	0,00	12,75	17,85	22,95
Harina de maíz	17,60	17,60	17,60	17,60
Harina de trigo	14,00	14,00	14,00	14,00
Polvillo de arroz	8,00	8,00	8,00	8,00
Pasta de algodón	5,00	5,00	5,00	5,00
Aceite de Soya	3,00	3,00	3,00	3,00
Premix	0,40	0,40	0,40	0,40
Oxido de cromo	1,0	1,0	1,0	1,0
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00
Lípidos	9,16	9,39	9,52	9,71
Energía (Kcal/Kg)	3635	3636	3634	3631

Luego de mezclar los insumos a este se le agrego agua temperada a 60°C amasándose constantemente durante 20 minutos. En la peletización se empleó un molino de carne manual; los pellets se secaron a temperatura de ambiente y se almacenó en bolsas de cierre ziploc en un lugar fresco y seco para evitar la proliferación de hongos en el alimento.

2.3.5. Alimentación y técnica de recolección fecal

2.3.5.1. Alimentación

Durante un periodo de 5 días no se les suministró alimento a los peces con el fin de vaciar completamente el tracto digestivo, los cuales fueron sembrados 10 peces por acuario (1 pez cada 8 litros). Las diferentes dietas fueron suministradas en tres raciones diarias (9:00, 13:00, 19:00 h) con una tasa de alimentación de 10%, que fue reajustada durante el tiempo que duró la experiencia empleando la tabla de alimentación recomendada por Nicovita.

2.3.5.2. Recolección fecal

Las heces fueron extraídas diariamente del fondo del acuario, utilizando una manguera de PVC de 1 cm de diámetro. Estas fueron filtradas empleando un tamiz de 250 μ m y lavadas con agua destilada. Para su colecta se empleó en placas petri y fueron secadas en una estufa convencional a 65°C durante 5 h para reducir la humedad hasta el 12%. Se almacenaron en recipientes cerrados y colocados en un freezer a una temperatura de 2°C hasta obtener 5g de muestra, cantidad suficiente para realizar el análisis respectivo.

2.3.6. Análisis de las dietas experimentales

2.3.6.1. Análisis de proteínas de las dietas experimentales

El análisis del contenido de proteínas de las dietas suministrados, se realizaron mediante el método descrito por la Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C, 1990), materia seca por desecación en estufa a 105°C, proteína cruda por el método de Kjeldahl, utilizando el factor 6,25 los cuales fueron realizados por la Corporación de Laboratorios de Ensayos Clínicos, Biológicos e Industriales (COLECBI SAC) en Nuevo Chimbote.

2.3.6.2. Análisis de óxido de cromo

La adición del marcador óxido de cromo (Cr_2O_3) fue al 1,0% con el objetivo de medir la digestibilidad aparente. Dicha mezcla entre alimento y marcador fue de forma homogénea tratando de difundirlo todo el alimento a suministrar.

Su análisis fue realizado por espectrofotometría de absorción atómica, en el cual el óxido de cromo es convertido a cromato por digestión química en frío y en calor con ácido nítrico luego las muestras son filtradas y se afora a 100 ml con agua destilada. Esto se realizó en el laboratorio de química analítica de la Universidad Nacional del Santa.

2.3.7. Evaluación del coeficiente de digestibilidad

Las estimaciones del porcentaje de coeficiente de digestibilidad fueron realizadas sobre la base de la cantidad de heces de cada una de las réplicas colectadas durante 72 días. Los coeficientes de digestibilidad aparente (C.D.A) para proteína cruda serán determinados utilizando las ecuaciones descritas por Halver & Hardy (2002).

$$\text{C.D.A. proteínas (\%)} = 100 \left\{ 1 - \left[\frac{\% \text{Cr}_2 \text{O}_3 \text{ del alimento}}{\% \text{Cr}_2 \text{O}_3 \text{ en las heces}} \right] \times \left[\frac{\% \text{de proteína en heces}}{\% \text{de proteína del alimento}} \right] \right\}$$

2.3.8. Evaluación de parámetros físico químicos del agua

se midió la temperatura diariamente (08:00, 13:00 y 17:00) con un termómetro digital YSI con $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$ de sensibilidad, el oxígeno de manera diaria usando un oxímetro digital YSI con $\pm 0,01\text{mg.l}^{-1}$ de sensibilidad y el pH quincenalmente mediante un pH-metro OAKTON $\pm 0,01$ de sensibilidad. La concentración de nitritos y amoníaco fueron medidos quincenalmente mediante kits de análisis NUTRAFIN para acuarios de agua dulce, por el método colorimétrico ($\pm 0,01\text{ mg.l}^{-1}$).

2.3.9. Análisis de datos

La evaluación estadística de los resultados finales comprendió el análisis de varianza (ANOVA), con el propósito de establecer diferencias significativas entre la digestibilidad aparente y prueba de Duncan, para la comparación de ambos tratamientos con un nivel de significancia de 0,05. Todas las pruebas estadísticas se realizaron utilizando el programa computacional SPSS 17.

III. RESULTADOS

3.1. ANÁLISIS PROXIMAL DE LA PROTEÍNA EN EL ENSILADO

La composición porcentual de proteína del ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus*, fue de 41,35 %.

3.2. ANÁLISIS PROXIMAL DE LA PROTEÍNA Y pH EN LAS DIETAS

Durante todo el experimento los parámetros analizados, la proteína en las dietas el 25% presentan diferencias significativas ($p < 0,05$) con las dietas con 35% y 45%, sin presentar diferencias significativas ($p > 0,05$) con el control. Con respecto al pH a medida que aumentaba la concentración de ERBAP, este disminuía.

Tabla 4 Parámetros analizados en las dietas

Parámetros	Dietas			
	0% ERBAP	25% ERBAP	35% ERBAP	45% ERBAP
Proteínas (%)	36,90 $\pm 0.02^a$	33,82 $\pm 0,04^a$	26,85 $\pm 0,04^b$	26,26 $\pm 0,02^b$
pH	6,2 $\pm 0.07^a$	5,58 $\pm 0.04^b$	4,99 $\pm 0.03^c$	4,97 $\pm 0.03^c$

Valores con letras diferentes difieren estadísticamente según prueba de Duncan ($p < 0,05$).

ERBAP: Ensilado biológico de residuos de partes blandas de *A. purpuratus*.

3.3. ANÁLISIS PROXIMAL DE LA PROTEÍNA Y ÓXIDO DE CROMO EN HECES

Los resultados de proteína en heces, se puede observar que no existen diferencias significativas entre las dietas. En el óxido de cromo en heces, el 0 y 25% fueron similares estadísticamente. El 35 y 45% fueron similares pero diferentes de las dietas del 0 y el 25%.

Tabla 5 Composición proximal de la proteína cruda y oxido de cromo (%) en heces.

Parámetros	Dietas			
	0% ERBAP	25% ERBAP	35% ERBAP	45% ERBAP
Proteínas en heces (%)	20,01 ±1,63 ^a	21,58 ±1,13 ^a	24,65 ±2,32 ^a	24,85 ±1,83 ^a
Oxido de cromo en heces (%)	4,46 ±0,04 ^a	4,42 ±0,09 ^a	2,93 ±0,21 ^b	2,65 ±0,02 ^b

Valores con letras diferentes difieren estadísticamente según prueba de Duncan (p<0,05).

3.4. COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD APARENTE DE LA PROTEÍNA

Se observa que la dieta con 25% de ERBAP, presenta una digestibilidad cercana al 0% y mayor con respecto a los valores observados en el 35 y 45% notándose que a mayor agregado de ensilado la digestibilidad disminuye.

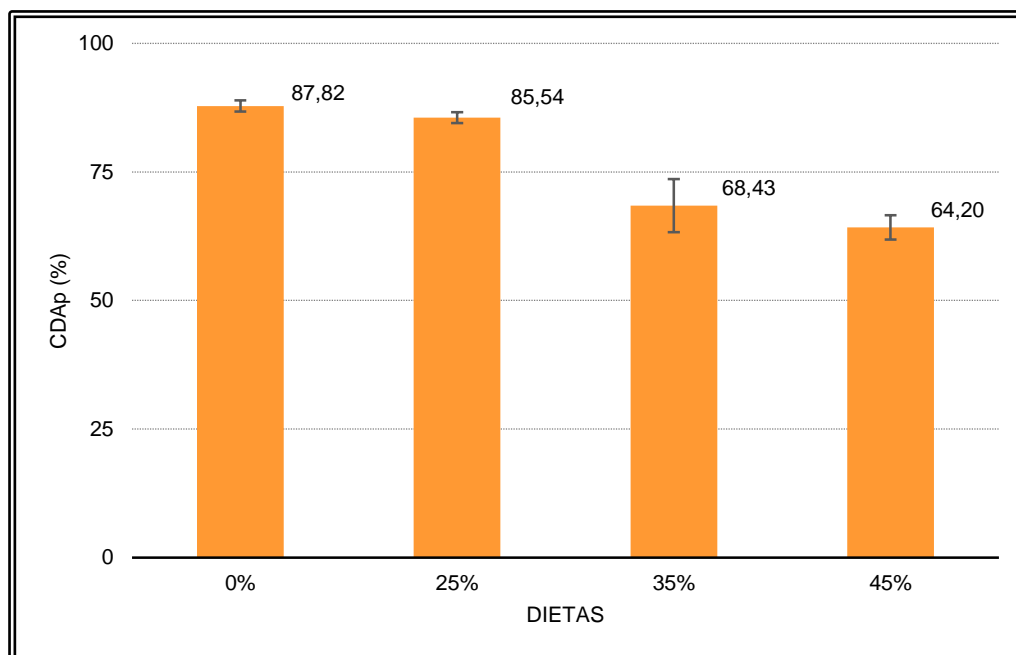


Figura 2. CDA_p en las dietas experimentales con diferentes concentraciones de ERBAP empleadas en los alevines de *C. macropomum*.

3.5. CALIDAD DEL AGUA

Los parámetros estuvieron dentro de los rango aceptables para la especie y no presentaron diferencias significativas ($p>0,05$) para los diferentes tratamientos, mostrándose en la Tabla 6.

Tabla 6 Promedios generales de los parámetros de la calidad del agua durante la experiencia con alevinos de *C. macropomum*.

Parámetros	Dietas			
	0% ERBAP	25% ERBAP	35% ERBAP	45% ERBAP
T °C	28,05±0,55 ^a	28 ± 0,45 ^a	28,05±0,45 ^a	28 ± 0,35 ^a
pH	7,4 ± 0,25 ^a	7,3 ± 0,2 ^a	7,4 ± 0,25 ^a	7,3 ± 0,2 ^a
O ₂ (mg l ⁻¹)	7,15± 0,2 ^a	7,2 ± 0,2 ^a	7,15± 0,2 ^a	7,3±0,2 ^a
Amonio Total (mg l ⁻¹)	0,01± 0,06 ^a	0,01±0,05 ^a	0,01± 0,05 ^a	0,01±0,07 ^a
Nitritos (mg l ⁻¹)	0,2± 0,3 ^a	0,2±0,25 ^a	0,2±0,3 ^a	0,2±0,3 ^a

Valores con letras diferentes difieren estadísticamente según prueba de Duncan (p<0,05).

3.6. ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO DE LAS DIETAS

El análisis costo-beneficio de las dietas empleadas en la crianza de alevinos de *C. macropomum* (Tabla 7) cuyos cálculos están basados en los pecios de las dietas experimentales respecto al control, muestra claramente el costo de alimento Kg⁻¹, así mismo detalla los niveles de ahorro.

Tabla 7 Análisis de costo - beneficio de las dietas.

Dietas (%)	Costo dietas (S./300g ⁻¹) por insumo	Costo dietas (S/. Kg ⁻¹) *	FCA	Costo/Kg de alevines(S/. Kg ⁻¹)*	Ahorro	
					S/. Kg ⁻¹ (*)	%
0	0.948	3.160	5.42	17.134	0	0
25	0.774	2.583	5.46	14.092	3.042	17.754
35	0.705	2.354	6.17	14.531	2.603	15.191
45	0.636	2.124	6.70	14.236	2.898	16.912

FCA: Factor de conversión del alimento.

S/= Nuevos soles, (*): para TM multiplicar el valor x 1000.

IV. DISCUSIÓN

El porcentaje de proteínas del ERBAP fue de 41,35%; siendo la recolección de las vísceras, el estadio sexual y el proceso de elaboración del ensilado, los que podrían influir en la concentración de la proteína del ensilado biológico (Padilla *et al.* 1996) y nuestro dato estuvo dentro de lo reportado por (Arce & Obando, 2013; Rodríguez & Minaya, 2013; Alayo & Rojas, 2012, Encomendero & Uchpa, 2002) quienes emplean el mismo ensilado biológico y obtuvieron entre 35% - 51% de proteínas. Este porcentaje obtenido se considera un insumo proteico debido que contiene más del 20% de proteína (Rosales & Tang, 1996).

Del análisis proximal de las dietas (Tabla 4), se determina que la concentración proteica fue afectada al aumentar el nivel de sustitución del ERBAP, siendo el 36,90% en 0% de ERBAP, y disminuye hasta 26,26% en 45% de ERBAP. Nuestros resultados fueron similares a los reportados por Padilla *et al.* (2000b) con ensilado de residuos de pescado por harina de pescado para la alimentación de *C. macropomum*, aunque fueron bajos con valores de 25,90% a 20,22% quienes lo atribuyen al alto porcentaje de proteínas que contiene la harina de pescado y por ende adicionarle mayor nivel de ensilado disminuye el nivel de proteínas. Así mismo, se observó que a medida que aumenta la sustitución de ERBAP aumenta también el nivel de acidez pues el pH de las dietas varían de 6,20 a 4,97 (0% a 45% de ERBAP, respectivamente). Stone *et al.* (1989) y Fraga *et al.* (2011) mencionan que la acidez de la dieta disminuye la aceptación, atractibilidad y afecta la actividad de las proteasas pancreáticas, además la alta proporción de aminoácidos libres por hidrolisis de la proteína en algunos casos pueden actuar como depresores del apetito. Esto podría explicar la baja digestibilidad de las dietas de 35% y 45% de ERBAP, observándose menor asimilación de las dietas.

Las proteínas en las heces de *C. macropomum* no mostraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las dietas con ERBAP, lo que sugiere que la especie debe haber asimilado la mayor parte de la proteína de las dietas suministradas.

Con respecto al porcentaje de óxido de cromo en heces se observa que no se encontraron diferencias significativas entre las dietas con 0% y 25% con 4.46% y 4.42% respectivamente a diferencia de las dietas de 35% y 45% con 2.92% y 2.65% que se no encontraron diferencias significativas entre las dietas pero son diferentes entre las demás dietas (Tabla 5).

Fagbenro & Jauncey (1993) y Vidotti, *et al.* (2003) reportan que los ensilados tienen alta digestibilidad (>80%) debido a la calidad de la proteína y a la formación de algunas sustancias estimulantes del crecimiento durante el proceso de hidrólisis por fermentación. Los resultados obtenidos en el coeficiente de digestibilidad aparente de la proteína (CDA_p) demostraron que no hubo diferencias significativas ($p>0,05$) entre las dietas al sustituir 0% y 25% de ERBAP, obteniendo altos valores (87,82% y 85,54% respectivamente), a diferencia de las dietas donde se sustituye el 35% y 45% de ERBAP que fueron bajos (68,43% y 64,2%) siendo iguales significativamente ($p< 0.05$) entre ellos, pero diferentes a las demás dietas. Similar a nuestros resultados tuvieron Perea *et al.* (2011) quienes evaluaron el ensilado biológico de residuos de pescado en la alimentación de tilapia *Oreochromis spp* donde se obtuvo que el control (0%) fue mayor que los tratamientos de 10% a 30% obteniendo CDA_p 97,30% a 96,18% respectivamente. Moraes *et al.* (2006) indica que valores altos de digestibilidad de proteínas observados en dietas con inclusión de ensilado biológico, se encuentran relacionado posiblemente a la acción de proteasas endógenas presentes en los tejidos de los peces, aumentando la solubilidad de estas.

Nuestros valores de CDA_p fueron de 85,54% a 64,2% en la dieta con ERBAP, similares resultados obtuvieron Gutiérrez *et al.* (2008) que evaluaron el CDA_p para la harina de pescado en *C. macropomum* donde encontraron valores de 87,08%, mientras que Fernández *et al.* (2004) al evaluar el CDA_p de la harina de pescado en *P. brachypomus* obtuvieron valores de 90.49%. Oliveira *et al.* (2006) reportaron que en alevinos de *O. niloticus*, el 10% de ensilado ácido de pescado se obtuvo un 96,66% CDA_p. Por otro lado Vásquez *et al.* (2013) al evaluar el CDA_p en *P. brachypomus* empleando alimentos de origen animal, obtuvieron valores para la

harina de sangre 77,8%, harina de sangre y hueso 68,5%. Llanes *et al.* (2010) registraron 81,74% CDA_p en el ensilado biológico de residuos pesqueros para *O. mossambicus* x *O. niloticus*. El proceso de obtención de los ingredientes de origen animal pueden variar, por diferencias en su calidad con respecto a su composición y a su procedencia de animales. Reduciendo en grado variable la digestibilidad, debido a que el tratamiento térmico requerido para la cocción y secado, durante su procesamiento, puede inducir cambios en las proteínas y producir daños a los aminoácidos y otros nutrientes.

El nivel de digestibilidad de proteína puede disminuir de 92% a 68% dependiendo de la fuente y el tratamiento de los demás insumos en la preparación de la dieta (Pike *et al.* 1990). Minaya & Rodríguez (2013), observaron en *O. niloticus*, cuyo CDA_p disminuyeron de 67,33 a 63,27% con el incremento de ERBAP. Similares resultados se obtuvieron en el CDA_p en *C. macropomum* las cuales disminuyeron (85,54% - 64,2%) conforme aumento las concentraciones de ERBAP (25% - 45 %). Es muy probable que esto haya ocurrido con el ERBAP debido a que este proceso es resultado de la desaminación oxidativa de los aminoácidos libres, componentes del nitrógeno no proteico, por parte de un número de bacterias que causan su reducción, lo que conduce a consecuencias negativas en el valor nutricional del ensilado (Llanes *et al.* 2010).

La digestibilidad está en función de la naturaleza misma de las proteínas pero también de los tratamientos tecnológicos que haya podido sufrir (Guillaume *et al.* 2004). Para algunas proteínas el tratamiento térmico es necesario porque aumenta la digestibilidad (Grosell *et al.* 2011), mediante la desnaturalización de compuestos antinutricionales como los inhibidores de tripsina o quimo tripsinas, lecitinas y otros compuestos sensibles a la temperatura (McCracken, 2002). En la elaboración del alimento se tuvo en cuenta lo mencionado anteriormente es por ello que se realizó un tratamiento térmico a los insumos de origen vegetal como harina de maíz, harina de trigo, polvillo de arroz y pasta de algodón; este tratamiento consistió en agregar agua a 60°C e ir mezclando dichos insumos sin embargo este tratamiento no es

idóneo para la preparación de alimento de mayor calidad. Tratamientos como la aplicación de calor húmedo son más eficientes, debido que hace que las partículas del amilo crezcan más fácilmente, lo cual las vuelve más vulnerable al ataque de las enzimas digestivas; este tratamiento permite la formación de complejos en los que el gopisol se inactiva hasta un 90% aproximadamente (Guillaume *et al.* 2004).

Los valores promedios de los parámetros físicos y químicos del agua registrados a lo largo del estudio estuvieron dentro de los rangos aceptables. Rodríguez *et al.* (2001), afirman que el rango óptimo de temperatura para *C. macropomum* se encuentra entre 20-30°C, en este trabajo la temperatura no presento diferencias significativas ($p>0.05$) entre los tratamientos (Tabla 6), manteniéndose alrededor 28 °C.

Los valores de oxígeno disuelto no presentaron diferencias significativas entre sus tratamientos (Tabla 6), los valores fluctuaron entre 7,15 el mayor y menor de 7,3 entre los cuales se encuentran recomendados por Gomes *et al.* (2006), donde indica que el rango óptimo de oxigeno debe mantenerse entre 3 – 9 mg l^{-1} .

En los valores de pH (Tabla 6) no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos, que oscilan entre 7,2 y 7,3, los cuales se encuentran dentro de los rangos reportados por Rodríguez *et al.* (2009) y Chuquipiondo & Galdós (2005) quienes manifiestan que los valores de pH para el desarrollo normal *C. macropomum* son de 6,7 a 9.

FAO (2010), indica que *C. macropomum* puede tolerar hasta 0,46 mg l^{-1} de amonio. Los valores registrados están dentro de los niveles para un buen desarrollo de la especie siendo los promedios de amonio total de 0,02 mg l^{-1} (Tabla 6).

No se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$), para nitritos, en los parámetros de calidad del agua, los cuales se mantuvieron en 0,2 mg l^{-1} (Tabla 6),

encontrándose dentro de los rangos óptimos para su crecimiento (0,02- 0,60 según Morillo *et al.* (2013) y López & Anzoátegui (2013).

La sustitución de la harina de pescado por el ensilado de *A. purpuratus* contribuiría a reducir los costos de alimentación y por ende un ahorro significativo en los costos de producción sin afectar los requerimientos nutricionales de la especie y a la vez mitigar el daño que causa en el medio ambiente la descomposición de este producto.

V. CONCLUSIONES

- La dieta con 25% de ERBAP mostró mayor coeficiente de digestibilidad aparente en proteína (85,54 %) en los alevines de *C. macropomum* mostrando diferencia significativa ($p > 0,05$) respecto a las dietas conteniendo el 35% (68,43) y 45% (64,02) de ERBAP.
- El mejor nivel de inclusión de ERBAP fue en la sustitución al 25%.
- Se puede sustituir hasta el 25% de ERBAP en alevines de *C. macropomum* sin afectar su digestibilidad.

VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar la digestibilidad aparente en alevinos *C. macropomum* en concentraciones inferiores del 25%.
- Evaluar la digestibilidad aparente en diferentes etapas de crecimiento en *C. macropomum* con dietas de acuerdo a sus requerimientos nutricionales.
- Evaluar la digestibilidad aparente de carbohidratos, lípidos y energía para formular y elaborar una dieta de acuerdo a su requerimiento nutricional.
- Realizar ensayos preliminares sobre la calidad del marcador inerte oxido de cromo y de otros marcadores existentes con la finalidad de determinar si existe retención del marcador en el tracto digestivo en cualquier pez de estudio.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alayo, G. y W. Rojas. (2012). Efecto de diferentes concentraciones de ensilado de residuos blandos de *Argopecten purpuratus*, en reemplazo de harina de pescado en dietas, crecimiento y supervivencia de alevines de *O. niloticus* "tilapia nilótica" en laboratorio. Tesis de grado para optar el título de Biólogo Acuicultor. Nuevo Chimbote, Universidad Nacional del Santa.
- Aliaga, C. (2004). Variabilidad genética de *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus* en la región del Alto Madera (Amazonía Boliviana) para el análisis del polimorfismo de la longitud de secuencias intrónicas (EPIC-PCR). Tesis de grado para optar al título de licenciatura en biología. La Paz Bolivia, Universidad mayor de San Andres.
- A.O. A. C. (1990). Official Method of Analysis 15th Edition, Association of Official Analytical Chemists. Editorial, Washington, USA.
- Arce, A. y E. Obando. (2013). Digestibilidad aparente del ensilado de viseras del *Argopecten purpuratus* "concha de abanico" en juveniles de *Dormitator latifrons* "monengue". Tesis de grado para optar el título de Biólogo Acuicultor. Nuevo Chimbote, Universidad Nacional del Santa.
- Arrobo, A. y C. Peñafiel. (2008). Evaluación de amaranto (*Amaranthus caudatus*) como alternativa Alimenticia en tilapia roja (*Oreochromis sp.*) Y cachama (*Colossoma macropomum*) en Santo Domingo de los Tsáchilas. Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Agropecuario. Ecuador, Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Chuquipiondo, J.; R. Galdós. (2005). Influencia de la harina de plátano, *Musa paradisíaca* L. En el crecimiento de alevinos de gamitana *Colossoma macropomum* (Cuvier 1818). Tesis para optar el título de Biólogo. UNAP. Iquitos-Perú. 78 pág.

- Cira, L.; Huerta, S.; Hall, G.; y K, Shirai. (2002). Pilot scale lactic acid fermentation of shrimp wastes for chitin recovery en *Process Biochemistry*. México. 37, 359-1366 pág.
- Clavijo, L. (2011). Desarrollo de metodología para la determinación de la digestibilidad de materias primas no convencionales en cachama blanca *Piaractus brachypomus*. Tesis de grado para optar el título de Magíster En Ciencias Agrarias. Colombia. Universidad nacional de Colombia.
- Copes, J.; Pellicer, K.; Del hoyo, G.; y N, García. (2006). Producción de ensilado de pescado en baja escala para uso de emprendimientos artesanales en *Analecta Veterinaria*. Argentina. 26 (1): 5-8 pág.
- Encomendero, L. y F, Uchpa. (2002). Producción de ensilado biológico de subproductos de concha de Abanico (*Argopecten purpuratus*) en I Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. Perú.
Disponible en: <http://www.civa2002.org>),
- Fagbenro, O. y K. Jauncey. (1993). Chemical and nutritional quality of raw, cooked and salted fish silages en *Food Chemistry*. 48. (4):331-444 pág.
- FAO. (2006). El estado mundial de la pesca y acuicultura 2006. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Roma, Italia.
- FAO. (2010). Peces nativos de agua dulce de América del Sur de interés para la acuicultura: Una síntesis del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo. Roma, Italia.
- FAO. (2012). El estado mundial de la pesca y acuicultura 2012. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Roma, Italia.

- FAO. (2014). El estado mundial de la pesca y acuicultura 2010. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Roma, Italia.
- Fernández J.B.K., R. Lochmann y F. Alcantara. (2004). Apparent digestible energy and nutrient digestibility coefficients of diet ingredients for pacu *Piaractus brachypomus*. *Aquaculture*. 2 (35): 237-244 pág.
- Fraga, I. y B. Jaime. (2011). Efecto de ensilado de pescado e hígado de tiburón en el crecimiento de *Litopenaeus schmitti*, en sustitución de la harina y el aceite de pescado en Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. España. 12 (11): 1695-7504 pág.
- Graü De Marin, C.; Marval, H.; y A, Zerpa De Marcano. (2007). Utilización de la harina de pescado en la formulación de alimentos para crecimiento y engorde animal en Elaboración de productos agrícolas. Venezuela. 93-96 pág.
- Grosell, J.; Farrell, A. y C, Brauner. (2011). The multifunctional gut of fish. Primera edición. Londres.
- Gomes, L.; Chagas, H. Martins-Junior, R. Roubach, y J. Lourenço. (2006). Cage culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a central Amazon floodplain lake. *Aquaculture*, 253:374–384 pág.
- González, D. y M, Marín. (2005). Obtención de ensilado biológico a partir de los desechos del procesamiento de sardinas en Revista Científica de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Venezuela. 15 (6): 560-567 pág.

- Guillaume, J.; Kaushik, P.; Bergot, R.; R. Métailler. (2004). Nutrición y alimentación de peces y crustáceos. Ediciones Mundi Prensa. España. 475 pág.
- Gutiérrez-A, W.; Zaldivar, J. y M, Rebaza. (1995). Utilización de dietas practicas con diferentes niveles de aminoácidos azufrados totales para el crecimiento de gamitana (*Colossoma macropomum*), pisces characidae en Folia Amazónica Perú. 7 (1-2): 195-204 pág.
- Gutiérrez-E, M. y W, Vásquez. (2008). Digestibilidad de glicine max I, soya, en juveniles de cachama blanca *Piaractus brachypomus* cuvier 1818. En Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Colombia. 12(2):141-148 pág.
- Gutiérrez, F.; Zaldívar, J. y G, Contreras. (2009a). Coeficientes de digestibilidad aparente de harina de pescado peruana y maíz amarillo duro para *Colossoma macropomum* (Actinopterygii, Characidae). Revista peruana de Biología. Perú. 15. (2):111-115 pág.
- Gutiérrez, F.; Zaldívar, J. y G, Contreras. (2009b). Efecto de varios niveles de energía digestible y proteína en la dieta sobre el crecimiento de gamitana (*Colossoma macropomum*) CUVIER 1818 en Revista de Investigación Veterinaria del Perú. Perú. 20 (2):178-186 pág.
- Gutiérrez, F.; Quispe, M.; Valenzuela, L.; Contreras, G. y Zaldívar, J. (2010). Utilización de la proteína dietaría por alevinos de la gamitana, *Colossoma macropomum*, alimentados con dietas isocalóricas en Revista peruana de Biología. Perú. 17 (2):219-223 pág.
- Halver, J. y R, Hardy. (2002). Fish Nutrition. Third Edition. USA.

- IIAP, Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana, 2004. Piscicultura Amazónica con especies Nativas. Lima – Perú. 76 pág.
- Llanes, J.; Bórquez, A.; Toledo, J. y Lazo, J. (2010). Digestibilidad aparente de los ensilajes de residuos pesqueros en tilapias rojas (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) en Zootecnia Tropical. Chile. 28. (4): 499-505 pág.
- López, P.; y D., Anzoátegui. (2013). Engorde de la cachama (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1816) cultivada en un sistema de recirculación de agua en Zootecnia Tropical. Venezuela. 31 (4):271-277 pág.
- Luna, T. (1987). El efecto del contenido proteico y energético en alimentación artificial, sobre el crecimiento en *Colossoma macropomun*. en Taller de trabajo sobre Acuicultura en América Latina. Lima. 133 -146 pág.
- McCracken, K. (2002). Effect of physical processing on the nutritive value of poultry diets en poultry feedstuffs, supply, composition and nutritive value. London. 10 (26): 300 – 389 pág.
- Minaya, M. y K, Rodriguez. (2013). Efecto de dietas con 25, 50, y 75% de ensilado de residuos blandos de *Argopecten purpuratus* “concha de abanico” como sustituto de la harina de pescado, en la digestibilidad aparente en alevines de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilotica”, en laboratorio. Tesis de grado para optar el título de Biólogo Acuicultor. Nuevo Chimbote, Universidad Nacional del Santa.
- Moraes. O.; Gomes, S.; Pimenta, C.; Da Silva, A.; Evangelista, J. y P, Vieira. (2006). Digestibilidade e desempenho de alevinos de tilapia do nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com dietas contenido diferentes

niveis de silagem acida de pescado en Ciencia e Agrotecnologia de Lavras. Brasil. 30 (6): 1196-1204 pág.

Morillo, M.; Visbal, T.; Rial, L.; Ovalles, F.; Aguirre, P. y A., Medina. (2013). Alimentación de alevines de *Colossoma macropomum* con dietas a base de *Erythrina edulis* y soya en Interciencia. Venezuela. 38 (2) 121 -127 pág.

Nwanna, L. (2003). Nutritional Value and digestibility of fermented shrimp head waste meal by African Catfish *Clarias gariepinus* en Pakistan Journal of Nutrition. Nigeria. 2 (6): 339-345 pág.

Oliveira, M.; De Sousa, M.; Pimenta, M.; Da Silva, A.; Evangelista, J.; Vieira, P. y R. Logato. (2006). Digestibilidade e desempenho de alevinos de tilápia do nilo oliveira, m. M. De et al. (*Oreochromis niloticus*) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de silagem ácida de pescado en Ciencias y agrotecnologia, Lavras. 6 (30): 1196 – 1204 pág.

Padilla, P.; Pereira M. y L. Mori. (1996). Influencia del ensilado biológico de pescado y pescado cocido en el crecimiento y la composición corporal de alevinos de gamitana *Colossoma macropomum*. Folia amazónica. 8 (2): 91- 103 pág.

Padilla, P. (2000). Efecto del contenido proteico y energético de dietas en el crecimiento de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*) en Folia Amazónica. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-IIAP - Perú. 10 (1-2): 81- 90 pág.

Padilla, P.; Alcántara, F. y J, García t. J. (2000b). Sustitución de la harina de pescado por ensilado biológico de pescado en raciones para juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum* en Folia Amazónica. Instituto de

Investigaciones de la Amazonía Peruana-IIAP. Perú. 10 (1-2): 225-240 pág.

Padilla, P.; Pereira, y. L, Mori. (1996). Influencia del ensilado biológico de pescado y pescado cocido en el crecimiento y la composición corporal de alevinos de Gamitana Colossoma macropomum en Folia Amazónica. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-IIAP. Perú. 8 (2): 91- 103 pág.

Perea, C.; Garcés, Y.; y J, Hoyos. (2011). Evaluación de ensilaje biológico de residuos de pescado en alimentación de tilapia roja (*Oreochromis sp*) en Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial. Colombia. 9 (1) 60-68 pág.

Pereyra, G. (2013) Guía técnica, piscicultura. Madre de Dios - Perú. 24 pág.

Pike, I.H., Andorsdóttir, G. y Mundheim, H. (1990). "The role of fish meal in diets for salmonids" en International Association of Fish Meal Manufacturers. 35 pág.

PRODUCE. (2011). Panorama de la acuicultura mundial, América Latina y El Caribe y en el Perú. Dirección general de acuicultura. Perú. 66 pág.

Rodríguez, H.; Daza, V. y M. Carrillo, (2001). Fundamentos de acuicultura continental. Instituto nacional de pesca y acuicultura. Serie Fundamentos. Segunda Edición. Bogotá-Colombia. 423 pág.

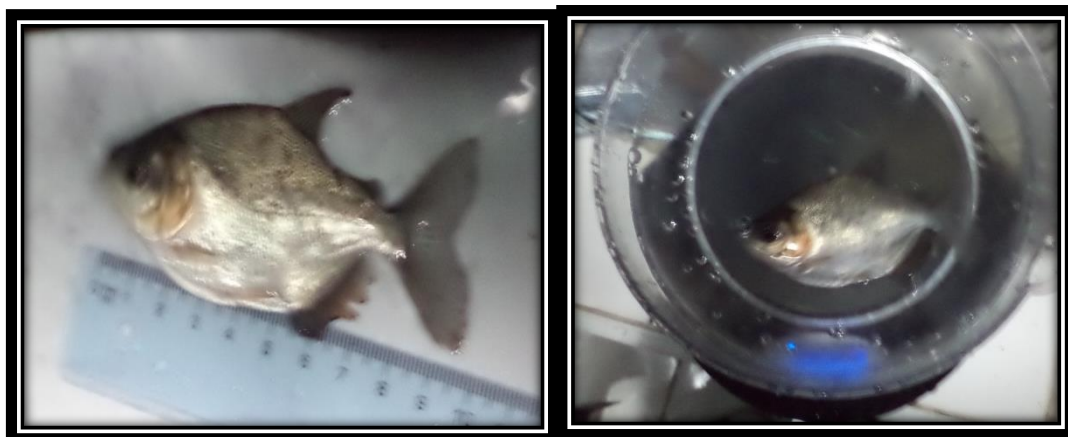
Rodríguez L.; Casado del Castillo, P.; Alcántara, F.; Bocanegra y F. Chu-koo, (2009). Evaluación del trigo regional *Coix lacryma-jobi* (Poaceae) como insumo alimenticio para gamitana Colossoma macropomum en Folia Amazónica. Iquitos- Perú. 18 (1-2): 89 – 96 pág.

- Rosales, M. y T. Tang. (1996). Composición química y digestibilidad de insumos alimenticios de la zona de Ucayali en *Folia Amazónica*. 8 (2):13 – 27 pág.
- Silva, A.; y M, Guevara. (2002). Evaluación de dos dietas comerciales sobre el crecimiento del híbrido de *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus* en *Zootecnica Tropical*. Venezuela. 20 (4).
Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-72692002000400002&script=sci_arttext.
- Spanopoulos, M., Ponce, J.; Barba, G.; Ruelas, J.; Tiznado, M.; Hernández, C. y K, Shirai. (2010). Producción de ensilado biológico a partir de desechos de pescado, del ahumado de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y del fileteado de tilapia (*Oreochromis sp.*), para la alimentación de especies acuícolas en *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, México. 9 (2): 167-178 pág.
- Stone, F., R. Hardy, K. Shearer y T. Scott. (1989). Utilization of fish silage by rainbow trout (*Salmo gairdneri*) en *Aquaculture*. 76. (1-2): 109-118 pág.
- Tacón, A. y M. Hasan. (2007). Global synthesis of feeds and nutrients for sustainable aquaculture development. In study and analysis oh feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development. FAO. Fisheries Paper. (497). Roma, FAO 3-17 pág.
- Vásquez, W.; Yossa, M. y M, Gutiérrez. (2013). Digestibilidad aparente de ingredientes de origen vegetal y animal en la cachama en *Pesquera agropecuaria brasileña*. Brasil. 48 (8): 920-927 pág.

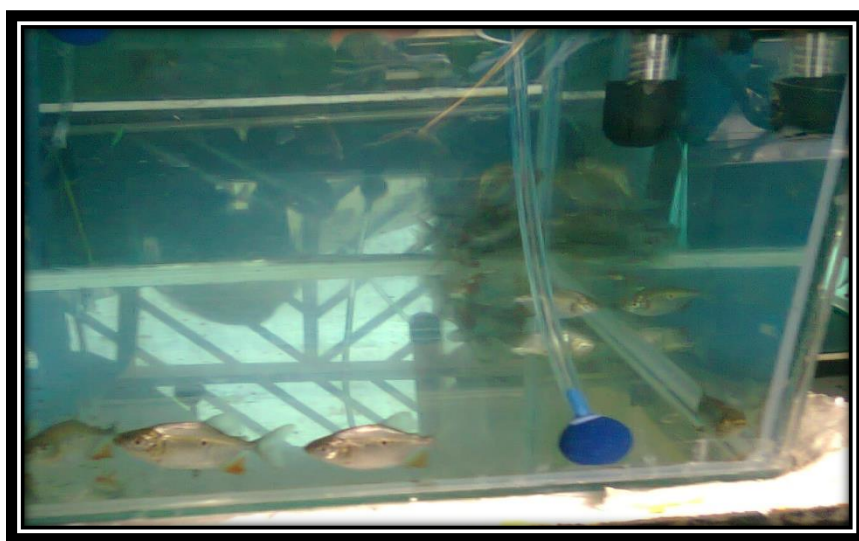
- Vidal, M.; Lopes. J.; Da Silva, A.; De Andrade, D. y L, Dos Santos. (1998). Níveis de proteína bruta para tambaqui (*Colossoma macropomum*), na fase de 30 a 250 gramas en Revista brasileira de Zootecnia. 27 (3) 421-426 pág.
- Vidotti, R. (2001). Produção e utilização de silagens de peixenanutrição do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Trabajo realizado para obtener título de doctor. Brasil. Universidade Estadual Paulista. 64 pág.
- Vidotti, R.; Macedo, E. y D, Carneiro. (2003). Aminoacid composition of processed fish silage using different raw materials. en Animal Feed Science And Technology. Brasil. 204 pág.

ANEXOS

Anexo 1. Peso y talla de alevines de *C. macropomum*.



Anexo 2. Aclimatación y tratamiento profiláctico preventivo.



Anexo 3. Distribución de los tratamientos en los acuarios a trabajar.



Anexo 4. Secado del ensilado en la estufa a 40°C.



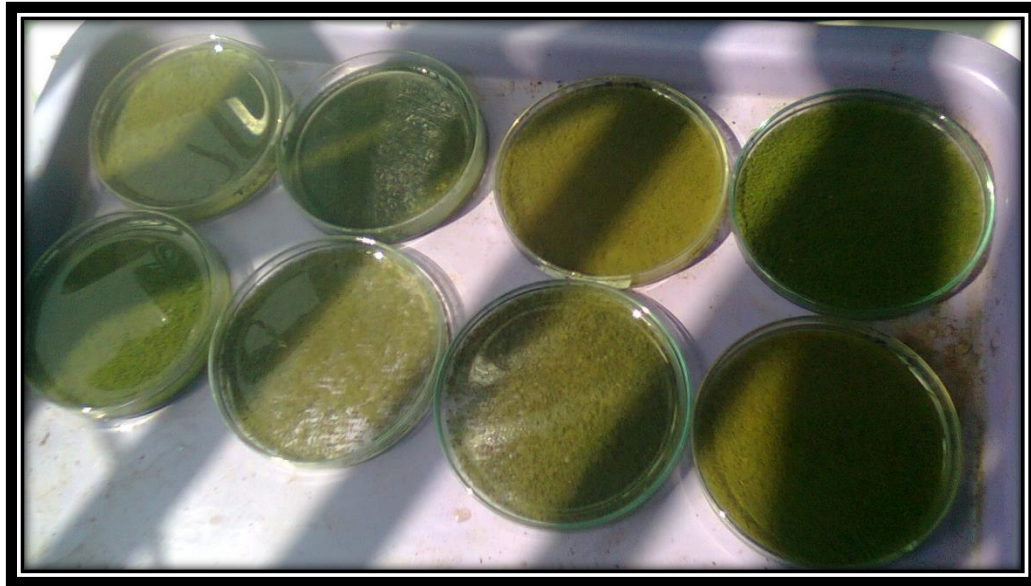
Anexo 5. Proceso de molienda empleando molino manual.



Anexo 6. Haciendo uso de una tamiz de 250µm para obtener finos y elaborar las dietas experimentales.



Anexo 7. Recolección de heces en placa Petri.



Anexo 8. Homogenizando el óxido de cromo en la dieta.



Anexo 9. Resultados de la prueba ANOVA, para determinar diferencias entre los tratamientos CDAp.

ANOVA de un factor

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
CDA_T	Inter-grupos	376,366	3	125,455	81,888	,000
	Intra-grupos	6,128	4	1,532		
	Total	382,494	7			
CDA_P	Inter-grupos	850,657	3	283,552	32,852	,003
	Intra-grupos	34,525	4	8,631		
	Total	885,182	7			

Anexo 10. Resultados de la prueba de Duncan para los coeficientes de digestibilidad de las dietas.

CDA_P

Duncan^a

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T3	2	64,2400	85,5400 87,8250 ,480
T2	2	68,4350	
T1	2		
CONTROL	2		
Sig.		,227	

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 2,000.

Anexo 11. Resultados de la prueba ANOVA, para determinar diferencias entre los tratamientos para la proteína y oxido de cromo en heces.

ANOVA de un factor

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
P_HEC	Inter-grupos	33,747	3	11,249	3,555	,126
	Intra-grupos	12,658	4	3,165		
	Total	46,406	7			
O_HEC	Inter-grupos	5,525	3	1,842	141,124	,000
	Intra-grupos	,052	4	,013		
	Total	5,577	7			

Anexo 12. Resultados de la prueba de Duncan para la proteína y oxido de cromo en heces.

P_HEC

Duncan^a

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
CONTROL	2	20,0100
T1	2	21,5800
T2	2	24,6500
T3	2	24,8450
Sig.		,057

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 2,000.

O_HEC

Duncan^a

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T3	2	2,6450	4,4150
T2	2	2,9250	
T1	2		
CONTROL	2		4,4550
Sig.		,070	,744

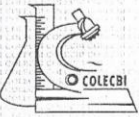
Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 2,000.

P_HEC: proteína en heces

O_HEC: oxido en heces

Anexo 13. Análisis de heces de peces.



COLECBI

**CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES**

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 2786-13

SOLICITADO POR : DEYVI UCEDA JÍMEZ.

DIRECCION : 2 de Junio Mz. N Lote 26 Chimbote.

PRODUCTO DECLARADO : HECES DE PECES.

CANTIDAD DE MUESTRA : 08 muestras x 50g c/u

PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : Frasco de plástico transparente con tapa.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2013-11-06

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2013-11-06

FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2013-11-07

CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.

ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.

CODIGO COLECBI : SS 001517-13

Pág. 1 de 1

RESULTADOS

MUESTRA	ENSAYOS
	Proteínas (%) Factor 6,25
CR1	18,86
CR2	21,16
T1R1	20,78
T1R2	22,38
T2R1	26,29
T2R2	23,01
T3R1	23,55
T3R2	26,14

METODOLOGIA EMPLEADA

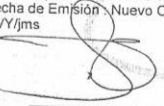
Proteínas : UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.

NOTA :

- Muestra recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Noviembre 07 del 2013.

DVY/jms



Denis M. Vargas Yepéz
Jefe de Laboratorio
Físico Químico
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
Rev. 03
Fecha 2012-07-27

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME
SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

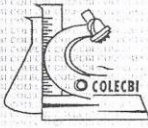
Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - I Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752

Nextel: 839*2893 - RPM# 902995 - Apartado 127

e-mail: colecbi@speedy.com.pe/ medioambiente_colecbi@speedy.com.pe

Web: www.colecbi.com

Anexo 14. Análisis del alimento (dietas).



**CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES**

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 3335-13

SOLICITADO POR : YOLANDA CRISTINA PACHECO HORNA.
DIRECCION : Av. José Galvez 866 Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO : ALIMENTOS PARA PECES.
CANTIDAD DE MUESTRA : 04 muestras x 100g c/u
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : Bolsa de polietileno transparente cerrada.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2013-12-16
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2013-12-16
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2013-12-17
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI : SS 001793-13

Pág. 1 de 1

RESULTADOS

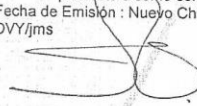
MUESTRA	ENSAYOS Proteínas (%) Factor 6,25
Control	36,90
T1	33,82
T2	26,85
T3	26,26

METODOLOGIA EMPLEADA
 Proteínas : UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.

NOTA :

- Muestra recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Diciembre 17 del 2013.
 DYY/jms



Denis M. Vargas Yepé
Jefe de Laboratorio
Físico Químico
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
Rev. 03
Fecha 2012-07-27

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME
SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - I Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752
 Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe/ medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com